

METHOD FOR FORMING ARTIFICIAL SCALES FOR AUDIOMETRY

Patent number: HU193211
Publication date: 1987-08-28
Inventor: GOSY MARIA; OLASZY GABOR; HIRSCHBERG JENOE
Applicant: GOSY MARIA; OLASZY GABOR; HIRSCHBERG JENOE
Classification:
 - international: **A61B5/12; A61B5/12; (IPC1-7): A61B5/12**
 - european:
Application number: HU19840002569 19840703
Priority number(s): HU19840002569 19840703

Report a data error here

Abstract not available for HU193211

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

(19) HU
MAGYAR
NÉPKÖZTÁRSASÁG

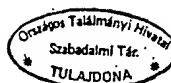


ORSZÁGOS
TALÁLMÁNYI
HIVATAL

SZABADALMI LEÍRÁS

(11)
193211 (13) **A**

(22) A bejelentés napja: 84.07.03. (21) 2569/84 (51) Int.Cl.
(45) Megjelent: 1988.07.25. A 61 B 5/12



(72) (73) Szabadalmas:
GÖSY Mária, OLASZY Gábor, dr. HIRSCH-
BERG Jenő, Budapest

(54) ELJÁRÁS SZINTETIKUS HANGSOROK ELOÁLLÍTÁSÁRA HALLÁSVIZSGÁLATOKHOZ

(57) KIVONAT

A találmány eljárásra vonatkozik szintetikus hangsorok előállítására hallásvizsgálatokhoz. Az adott nyelv beszédhangjairól és hangkapcsolatairól gördülő spektrumot készítünk, és annak képeről, minden 10 ms-os időpillanatban kimérjük a hang, illetve hangkapcsolat (továbbiakban hang) összes frekvenciaösszetevőit, formánsait. Meghatározzuk a hang energia-idő függvényét. A gördülő spektrumból kimért adatokat átkonvertáljuk formáns elven működő beszédsszintetizátort vezérlő adatokká, amikor is a spektrális mérésből nyert frekvenciaadatokat a szintetizátor frekvencia lépés táblázatában megadott értékekhez igazítjuk. Az energia-idő függvény-

nek a tisztán zöngés gerjesztésű hangokra, illetve hangsorrészekre vonatkoztatott függvényértékeit úgy alakítjuk át szintetizátort vezérlő kódokká, hogy az ezekkel a kódokkal szintetikusán előállított hang energia-idő függvény értékei legfeljebb 5 dB-nyit térjenek el az eredeti időfüggvény ugyanazon pontján mért függvényértékektől. Az energia-idő függvény további, zörejes gerjesztésű hangokra, illetve hangsorrészekre vonatkoztatott függvényértékeit úgy alakítjuk át szintetizátort vezérlő kódokká, hogy a zörejes gerjesztésű szintetizált hang intenzitását kialakító kódok (okat) először egy kiinduló paraméterértékre állítjuk be, és ezzel állítjuk elő a hangot,

majd azt hosszabb hangsorba helyezve meghallgatásos vizsgálatnak vetjük alá, és a vizsgálat eredményétől függően változtatjuk az intenzitásparaméter értékét. Azt az értéket fogadjuk el véglegesnek, amelyiknél a meghallgatásos vizsgálat során a kérdéses hangot a legmagasabb százalékban azonosították helyesnek. Az így előállított szintelizátor vezérlő paraméterekkel a kívánt hangsort szintetikusán előállítjuk, ezután pedig elkészítjük a szintetikus hangsor gördülő spektrumát, és összehasonlítjuk az eredeti hangsor gördülő spektrumával. Mindaddig korrigáljuk a szintelizátort vezérlő bemenő frekvenciaadatokat, amíg az így előállított szintetikus hangsor nyelvileg elfogadható. A találmány értelmében végrehajtjuk a redundáns információt hordozó építőelemek csökkenését oly módon, hogy a szintelizátor vezérlésére szolgáló paraméterek közül a zöngés hangok képzéséhez a második formáns (F_2) feletti formánsokat megvalósító paramétereket állandó fix értékre állítjuk be, célszerűen $F_3 = 2700$ Hz, $F_4 = 3500$ Hz, $F_5 = 4500$ Hz értékekre, és csak az első formáns (F_1) és a második formáns (F_2) paramé-

terét hagyjuk meg mozgathatónak. A formánsokat létrehozó nagy energiájú felharmonikus csoportokban jelentővő felharmonikusok számát úgy csökkentjük, hogy az első és a második formánsokat (F_1 és F_2) képző szűrő meredekségét 30 - 50 dB/oktáv közé állítjuk

be, és a sávszélességüket (Δf) a $\frac{\Delta f}{F} = 0,5$ -1 képlet szerinti értékekre állítjuk be, ahol F a megfelelő formánst létrehozó szűrő közép-frekvenciája. Ezen felül a zörejangok előállításában szerepet játszó zöreiformáns áramkörök vezérlési paramétereit úgy állítjuk be, hogy azok lehetőleg 1, maximum 2 frekvencia-értékekre koncentrálják a hang építőelemeit (az elfogadható jó hangzás biztosítása mellett), majd az így módosított bemenő paraméterekkel a hangsort újból előállítjuk, és meghallgatásos vizsgálatnak vetjük alá. A továbbiakban a meghallgatásos vizsgálat eredményétől függően — az általunk korábban meghatározott korlátokon belül — addig korrigáljuk a szintelizátort vezérlő bemenő adatokat, amíg a készített szóra a megértési százalék a legmagasabb értéket nem éri el.

A találmány eljárásra vonatkozik szintetikus hangsor(ok) előállítására hallásvizsgálatokhoz, különösen kisgyermek (2-7 éves) vizsgálatára.

A találmányunk szerinti műszaki megoldás eredményesen alkalmazható hallás és beszédmegértési vizsgálatokhoz, különösen kisgyermeknél.

A hallásvizsgálat jelenlegi gyakorlatában leginkább az úgynevezett tiszta (szinusz) hanggal végzett vizsgálatot alkalmazzák. Ennél a vizsgálatnál különböző frekvenciájú szinusz hangokat közvetlenül a vizsgálni kívánt személy fülébe (külön a jobb és külön a bal fülbe), majd a hang hangerejét fokozatosan növelik. A vizsgált személynek jeleznie kell (kézfeltartás, kopogás, stb.), hogy mikor hallotta meg a hangot. A jelzés(ek) alapján az audiológus megállapítja, hogy milyen a vizsgált személy hallása.

Beszédmegértési vizsgálatot úgynevezett beszédaudiometriás hanganyaggal végeznek. Ezek a vizsgálatok a szinuszos hallásvizsgálattól eltérő, külön kategóriát képeznek.

Mindezen vizsgálatok kisgyermeknél körülményesen alkalmazhatók, mert hallásvizsgálatnál — a szinuszos hanggal való mérésnél — olyan feladat elé állítjuk a gyermeket, amely számára nem megszokott, természetellenes. A gyerek nehezen érti meg, hogy mit kell csinálnia a vizsgálat sikere érdekében, ép-

pen ezért a vizsgálat eredménye sok esetben nem megalapozott, bizonytalan. Ilyen esetben a gyereket újból meg kell vizsgálni, aminek azonban általában akadálya a fáradtság. Így nehéz jó vizsgálati eredményt elérni.

Találmányunk elé tehát azt a célt tűztük ki, hogy olyan eljárást dolgozzunk ki, amelynek alkalmazásával a kisgyermek hallás és beszédmegértési vizsgálata egyértelműen és jó eredménnyel elvégezhető.

Találmányunk révén eljárást dolgoztunk ki szintetikus hangsorok előállítására, amely eljárás során csekély redundanciájú (kis információtartalmú) frekvenciaszerkezettel rendelkező hangsorokat hozunk létre, és ezek a hangsorok alkalmasak a fenti hallás és beszédmegértési vizsgálatok elvégzésére.

Ismeretes, hogy a természetes beszédhangok szerkezete, valamint a számítógéppel szintetizált hangsorok szerkezete ellér egymástól.

Az eltérés milyensége általában a szintetizálás fajtájától függ. A jellemző eltérés foka lehet például az ún. redundancia (felesleges információtartalom) mértéke. A természetes és szintetizált hangzások frekvenciaszerkezetében a természetes hangzások javára nagy redundancia mutatható ki. Más szavakkal a természetes beszédhangok frekvenciaszerkezete redundánsabb, mint a mesterségeseké.

Ismeretes továbbá az is, hogy egy hangsort egy hallási károsodásban szenvedő egyén annál inkább ért meg (észlel) teljes egészében, mennél több akusztikai információt tartalmaznak a hangsort felépítő elemek. Ha tehát sikerül olyan szintetikus hangsorokat előállítani, amelyek jó hangzásúak, akusztikai szerkezetük kevésbé tér el a természetestől, de az alkotó összetevőket csak egy vagy néhány frekvenciasávra koncentrálnak, akkor ezek akusztikai tartalmuknál fogva lehetővé teszik a hallástartomány bizonyos mértékű felérképezését és ennek alapján bölcsődés, óvodás korú gyermekek vizsgálatánál igen megbízható diagnosztikai megállapításokat lehetünk.

A találmány szerinti eljárás során először az adott nyelv beszédhangjairól és hangkapcsolatairól gördülő spektrumot készítünk, és annak képeről minden 10 ms-os időpillanatban kimérjük a hang, illetve hangkapcsolat (továbbiakban hang) összes frekvenciaösszetevőit, formánsait. Meghatározzuk a hang energia-idő függvényét is.

A gördülő spektrumból kimért adatokat (frekvencia, idő, intenzitás) átkonvertáljuk formáns elven működő beszéd szintetizátort vezérlő adatokká, amikor a spektrális mérésekből nyert frekvenciaadatokat a szintetizátor frekvencialepcső táblázatában megadott értékekhez igazítjuk. Az energia-idő függvénynek a tisztán zöngés gerjesztésű hangokra, illetve hangsorrészekre vonatkoztatott függvényértékeit úgy alakítjuk át szintetizátort vezérlő kódokká, hogy az ezekkel a kódokkal szintetikus előállított hang energia-idő függvény értékei legfeljebb 5 dB-nyit térjenek el az eredeti idő-függvény ugyanazon pontján mért függvényértékektől. Az energia-idő függvény további, zörejes gerjesztésű hangokra, illetve hangsorrészekre vonatkoztatott függvényértékeit úgy alakítjuk át szintetizátort vezérlő kódokká, hogy a zörejes gerjesztésű szintetizált hang intenzitását kialakító kódot (okat) először egy kiinduló paraméter-értékre állítjuk be, és ezzel állítjuk elő a hangot (hangsorrészt), majd azt hosszabb hang-sorba helyezve meghallgatásos vizsgálatnak vetjük alá, és a vizsgálat eredményétől függően változtatjuk az intenzitásparaméter értékét. Azt az értéket fogadjuk el véglegesnek, amelyiknél a meghallgatásos vizsgálat során a kérdéses hangot a vizsgálati alanyok legmagasabb százalékban azonosították helyesnek. Az így előállított szintetizátor vezérlő paraméterekkel a kívánt hangsort szintetikus hangsor gördülő spektrumát, és összehasonlítjuk az eredeti hangsor gördülő spektrumával. Ha a mért eredmények eltérést mutatnak, akkor korrigáljuk a szintetizátort vezérlő bemenő frekvenciaadatokat mindaddig, amíg a két spektrum, illetve energia-idő függvény megegyezik.

Ezután a redundáns információt hordozó építőelemek csökkentését hajtuk végre úgy,

hogy a szintetizátor vezérlésére szolgáló paraméterek közül a zöngés hangok képzéséhez a második F_2 formáns feletti formánsokat megvalósító paramétereket állandó fix értékre állítjuk be (jó gyakorlati értékek: $F_3 = 2700$ Hz, $F_4 = 3500$ Hz, $F_5 = 4500$ Hz) és csak az első F_1 formáns és a második F_2 formáns paraméterét hagyjuk megmozgathatónak. Ezen felül a formánsokat létrehozó nagy energiájú felharmonikus csoportokban jelenlévő felharmonikusok számát csökkentjük úgy, hogy az F_1 és F_2 formánsokat képző szűrő meredekségét 30 — 50 dB/oktáv közé állítjuk be (törekedve a minél nagyobb meredekségre), és Δf sávzélességüket a $\frac{\Delta f}{F} = 0,5 - 1$ képlet szerinti értékre állítjuk be, ahol F a megfelelő formáns létrehozó szűrő középfrekvenciája. Ezen felül a zörejangok előállításában szerepet játszó zörejsorok áramkörök vezérlési paramétereit úgy állítjuk be, hogy azok lehetőleg 1, maximum 2 frekvenciaértékre koncentrálnak a hang építőelemeit (az elfogadható jó hangzás biztosítása mellett), majd az így módosított bemenő paraméterekkel a hangsort újból előállítjuk, és meghallgatásos vizsgálatnak vetjük alá. A továbbiakban a meghallgatásos vizsgálat eredményétől függően — az általunk korábban meghatározott korlátokon belül — addig korrigáljuk a szintetizátort vezérlő bemenő adatokat, amíg a készített szóra a megértési százalék a legmagasabb értéket nem éri el.

Mind ezeket az adott nyelv minden hangkapcsolatára elvégezzük, és így olyan bemenő adatokat kapunk, amelyekkel szavakat építhetünk fel, és ezen szintetikus szavak akusztikai szerkezete csak a legszükségesebb (vagy ahhoz közel álló számú) akusztikai építőelemeket fogják tartalmazni.

Az ilyen hangsorok jellemzője továbbá, hogy pontosan tudjuk, hogy a hangsor egyes hangjaiban és a hangok kapcsolódásainál milyen frekvenciaalkomponensek vannak jelen a hangsorban, így a lejátszásukra adott válasz esetleges eltéréseiből (hogy a válasz mely helyen van eltérés) vissza tudunk következtetni arra, hogy mely alkotóelemeket (frekvenciaalkomponenseket) nem hallott meg jól a vizsgált személy. A hangsorok másik lényeges jellemzője, hogy azok akár hányszor minőségváltozás nélkül az adatokból reprodukálhatók.

Úgy találtuk, hogy a számítógéppel ilyen módon elkészített szintetizált hangsorok felhasználhatók kisgyermekek hallásának mérésére, továbbá a beszéd megértési szintjükre is következtetni lehet.

A kisgyermekek hallásvizsgálatának eredményét bizonytalanná tevő tényezők mindenekelőtt a gyermekek életkori sajátosságaiból fakadnak, egyszersmind abból, hogy ugyanolyan feladatmegoldásra kell készítenünk őket, mint a felnőtteket.

Sok esetben ugyanis könnyebb az elhangzott hangsor ismétlésére készíteni a kisgyermeket, mint arra, hogy jelezzen a szinuszos

hang észlelésekor. A beszédingerre adandó válasz nem új feladat számára, hiszen ezt a beszédelsajátítás során állandóan gyakorolja. Csak létre kellett hozni olyan beszédanyagot, amely akusztikai tartalmánál fogva lehetővé teszi a gyermek válaszaiból a hallástartomány bizonyos mértékű feltérképezését.

Ugy találtuk továbbá, hogy a számítógéppel speciálisan, a fenti módszer szerint szintetizált kis redundanciájú beszéd hangsorok (szavak, szótagok) jól felhasználhatók bölcsődés, óvodás korú gyermekek hallásának iránymutató feltérképezéséhez. Jelenleg ilyen végzésre kidolgozott egyszerű eljárás (a szűrést a gondozó, illetve óvónő képes elvégezni, különleges műszerigény nincs), amely lehetővé teszi a kb. 2 éves kortól a kisgyermekek hallásának ellenőrzését, nincs. Az esetleges halláskárosodás mielőbbi felismerésének és diagnosztizálásának igen nagy a jelentősége, a gyógyítás hatékonyságának és eredményességének szempontjából. Ilyen vizsgálatok végzésére szolgáló beszédanyagot csak szintetikus úton lehet előállítani.

Találmányunk szerinti eljárás jobb megértése érdekében néhány, az eljárás során alkalmazott szó frekvenciaszerkezetét, illetve hangszíneképét rajzmelléleteken mutatjuk be, ahol az

- 1a. ábra a „bűr” szó természetes hangszíneképét, az
- 1b. ábra az 1a. ábra szerinti mesterséges előállításban, a
- 2a. ábra a „szék” szó természetes ejtésű változatának hangszíneképét, a
- 2b. ábra a 2a. ábra szerinti mesterséges előállításban, a
3. ábra a szintetizált „ész” szó hangszíneképét, a
4. ábra a szintetizált „ász” szó hangszíneképét mutatja be.

Az 1a. — b., valamint a 2a. — b. ábrákból beláthatóan a „bűr” szó természetes változata sokkal redundánsabb, sokkal több információt tartalmaz, mint a mesterséges, ez pedig nagy segítség a megértés számára. A szék szónál is jól látható ez.

A hangsor elkészítése során a beszédhangok frekvenciaösszetevőit paraméterváltoztatással mindig a legjellemzőbb frekvenciasávra koncentrálnuk, ez biztosítja a jó hangzást. Ugy találtuk, hogy amennyiben az adott frekvenciasávon a hallástartomány károsodást szenvedett, a szó felismerése nem jöhet létre, tehát a válasz nem ugyanaz lesz, mint amit a fülbe közvetítettünk.

A természetes ejtésű hangsorok ilyen vizsgálatra nem alkalmasak, mivel sok többletinformációt tartalmaznak. Például a „bűr” szó frekvenciaszerkezetét vizsgálva az időfüggvényében kirajzolódnak azok a plusz frekvenciaalkomponensek, főleg a magasabb frekvenciákon, amelyek a megértéshez nem feltétlenül szükségesek, tehát redundánsak. Hogy egy nyelvben melyek ezek a frekvenciaösszetevők,

azt akusztikai mérésekkel és meghallgatásos kísérletekkel lehet meghatározni.

Kísérleteink során meghatároztuk, hogy a magyar beszédhangokban melyek azok a frekvenciaösszetevők, amelyek feltétlenül szükségesek, hogy jelen legyenek a hangban a megértés számára, és melyek azok, amelyek elhagyhatók. Az 1b. ábrán példaként mutatjuk be a feltétlenül szükséges összetevőket, hangszíneként szemlélítve az előbbi bűr szóra. Az 1a. és 1b. ábrát összevetve világosan látszik, hogy az 1a. ábrán több frekvenciaösszetevő látható (főleg a 2 — 5 kHz-es frekvenciasávban), mint az 1b. ábrán. Ugyanez látható a 2a. — 2b. ábra összehasonlításakor is. Ilyen csökkentett elemszámú beszédhangokat és ezekből felépített hangsorokat csak mesterséges úton technikai eszközök igénybevételével lehet előállítani. A mesterséges beszédelőállítás lehetőségét ad arra is, hogy az előállítandó beszéd frekvenciaösszetevőit saját magunk előre meghatározzuk. Az, hogy milyen adatokat táplálunk be a számítógépbe, határozza meg a beszéd hangzását. Célunk az volt, hogy olyan adathalmazokat találjunk a beszéd akusztikai szerkezetének jellemzésére, amelyek egyrészt jól hangzást biztosítanak, másrészt megvalósítják azt a kívánalmat, hogy a frekvenciaszerkezetet a lehető legcsekélyebb elemszámmal hozzuk létre. Találmányunk kidolgozása során meghatároztuk a fenti frekvenciaösszetevők Hz-értékeit és a frekvenciasávok alsó és felső pontját. A bab szó mesterséges előállítása során a b hangnál 250 Hz-re koncentráltuk a jellemző frekvenciát, az a hangnál 500 és 1000 Hz-re. A bab hangsorban tehát csak három jellemző frekvenciakonzentráció szerepel, a 250, az 500 és 1000 Hz-es. A példa többi szavára ez a frekvenciakonzentráció a következő:

szék: sz = 6000 Hz, é = 400 és 2000 Hz, k = 1500 Hz.

meggy: m = 250 Hz, e = 550 és 1800 Hz, ggy = 250 és 2500 Hz.

ász: á = 700 és 1300 Hz, sz = 7 — 8000 Hz.

A fenti adatokból látható, hogy egy-egy hangsor egyszerre több frekvenciasávot képvisel a meghallás szempontjából. Az adatokból az is kitűnik, hogy vannak olyan beszédhangok, amelyek többféle frekvenciasávval is jellemezhetők anélkül, hogy elhangzásukban, illetve megértésükben probléma lenne (például az sz hang).

A 3. és 4. ábrákból beláthatóan az ész szóban az sz hang frekvenciakonzentrációját 4200 Hz-re, az ász szóban pedig 700 Hz fölötti értékre állapítottuk meg.

A 2b. ábra a szék szó mesterséges változatának frekvenciaszerkezetét mutatja a fentiek szerinti frekvenciakonzentrációkkal. Ha a szót éphalló hallgatja, akkor jól meg fogja érteni, és vissza is tudja mondani (ismételni). Ha olyan hallgatja, akinek magashangcsökkenése van, a magas frekvenciákon tehát nem tökéletesen hall, akkor az sz magas energia-

koncentrációját a 4000 Hz-es értéken nem fogja jól meghallani, és torzítva ismétli. Attól függően, hogy a magashangcsökkenése milyen mértékű: az sz helyett l vagy h vagy t-t fog érteni, és ismételni. Ebből következik, hogy a szék szó elhangzása után a nagyothalló lék-et, hék-et vagy ték-et fog ismételni. A meghatározott frekvenciasávra koncentrált megszólaltatott hangsorok tehát diagnosztikai jelentőségűek.

A 4. ábra az ász, ész szavakról készült hangszinképen jól demonstrálja a mássalhangzó zöreijének különböző frekvenciasávra való koncentrációját. Az sz hang ugyanis különösen alkalmas arra, hogy a zöreje frekvenciájának változtatásával eltérő szerkezetű hangsorokat szintetizáljunk, és ezek eltérő frekvenciasáv észleléséről adjanak felvilágosítást. Példánkban az ász mássalhangzójának zöreje 7-8000 Hz-re, az ész-é 4000 Hz-re koncentrálódik. A visszamondások alapján képet kapunk a gyermek hallástartományának a 4. illetve 7-8000 Hz-es sávjáról. A visszamondott hangsor minősége alapján a károsodás mértékére is következtethetünk. Ha például az ész esetében a 7 — 8000 Hz-et tekintve csak a magánhangzót ismétli a gyermek, nagy a halláscsökkenése ezeken a frekvenciákon.

Kiseb, ha ehhez t vagy gy hangot mond vissza, például át, ágy. Még enyhébb, ha részhangot ismételi, például ás. Az adott decibel-értéken visszamondott szavak hangjai tehát felvilágosítással szolgálnak a hallásvesztés mértékéről és típusáról. Feltételezéseink ellenőrzésére két kísérlet sorozatot végeztünk, az első éphalló 4—8 éves, a második nagyothalló ugyanilyen korú gyermekekkel. Műszerünk a beszédaudiometriához hasonló volt: a magnetofonszalagra rögzített szintetizált hangsorokat a gyermeknek vissza kellett mondania. A magnetofonszalagra összesen 20 hangsort vettünk fel, egy részük a jelentés miatt a gyermekek számára logatomként jelentkezett. A döntően magas frekvenciás beszédhangokat tartalmazó szavakat döntően mély frekvenciás beszédhangokat tartalmazók követték, így minden kísérletbe a gyermeknek bizonyos aktivitást, illetve sikerélményt biztosítottunk, függetlenül a halláskárosodás típusától. Az ilyen szó sorrend biztosítja, hogy a gyermek legrosszabb esetben is legalább minden második szót felismeri, és visszamondja, így nem alakul ki benne az a gátlást okozó érzés, hogy a számára kijelölt feladatot (a visszamondást) nem tudja végrehajtani. A sikerélmény biztosítása a vizsgálat eredményes végzéséhez tehát alapvetően fontos.

Éphallókon végzett vizsgálataink eredményei szerint a mesterséges szavaknál a 100%-os érthetőség ugyanúgy 60 dB-en következik be, mint a természetes esetében, a szó tartomány nem szélesebb a természetesre kapott adatokénál. Az 50%-os felismerésben

mindössze 5 dB a különbség, a mesterséges hangsoroknál 40 dB-en kaptuk ezt az értéket.

Nagyothalló gyermekek vizsgálata során 10 — 15 hangsor visszamondása után a gyermek hallásgörbéjét felrajzoltuk. A gyermek esetében ezt követően a rajzolt görbét szinuszhangos vizsgálattal ellenőriztük, a két görbe között minimális eltérést tapasztaltunk. Több esetben a szinuszhangos vizsgálat nem volt megbízhatóan elvégezhető.

Fentiek alapján megállapítottuk, hogy:

A természetes beszédhangok redundanciájuk következtében alkalmatlanok olyan következtetésekre, amelyekre a mesterségesek alkalmasak.

10 — 15 hangsor visszamondásával kapott adatok alapján alacsony hibaszázalékkal felrajzolható a hallásgörbe. Sok esetben a bizonytalan szinuszhangos eredményt a vizsgálat tette egyértelművé.

10 — 15 hangsor visszamondásával kapott adatok alapján bölcsődés, óvodás korú gyermekek hallása fellelérképezhető, az eljárás tehát gyors, gyakran ismételhető, olcsó, megbízható szűrési eredményeket ad, így lehetővé teszi az esetleges halláskárosodások korai felismerését.

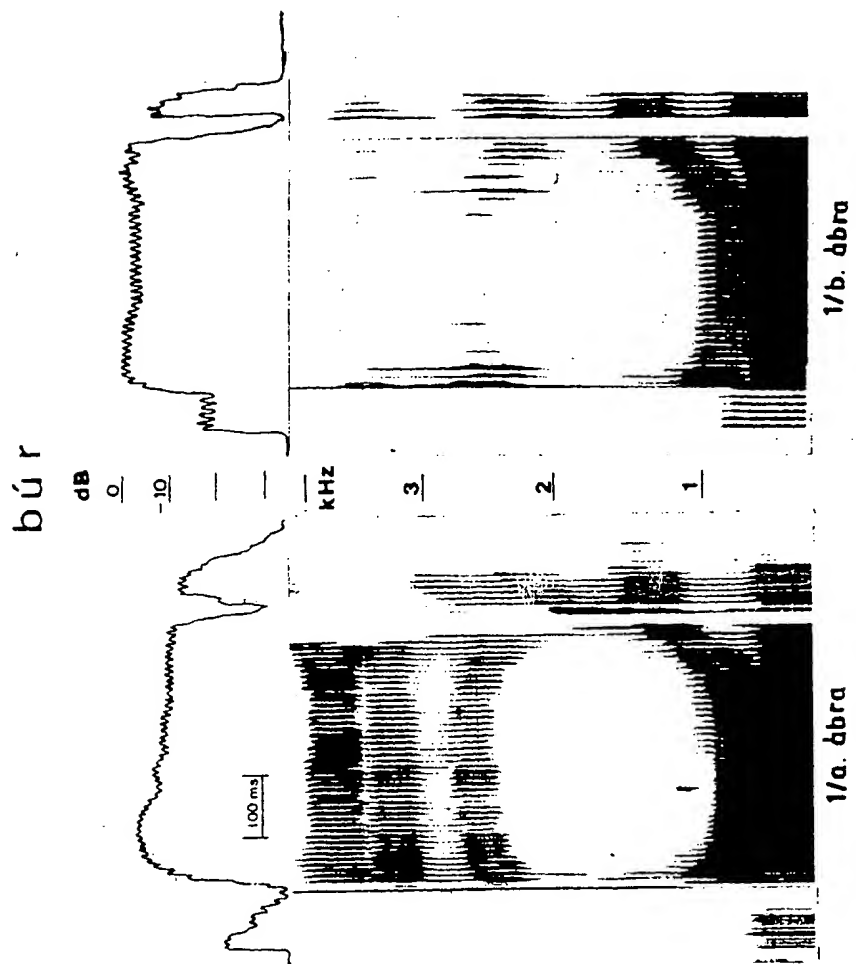
SZABADALMI IGÉNYPONT

1. Eljárás szintetikus hangsorok előállítására hallásvizsgálatokhoz, amelynek során az adott nyelv beszédhangjairól és hangkapcsolatairól gördülő spektrumot készítünk, és annak képeről minden 10 ms-os időpillanatban kimérjük a hang, illetve hangkapcsolat (továbbiakban hang) összes frekvenciaösszetevőit, formánsait valamint meghatározzuk a hang energia-idő függvényét, majd a gördülő spektrumból kimért adatokat átkonvertáljuk formáns elven működő beszéd szintetizátort vezérlő adatokká, amikor a spektrális mérésekből nyert frekvenciaadatokat a szintetizátor frekvenciálépés táblázatában megadott értékekhez igazítjuk, továbbá az energia-idő függvénynek a tisztán zöngés gerjesztésű hangokra, illetve hangorrészekre vonatkoztatott függvényértékeit úgy alakítjuk át szintetizátort vezérlő kódokká, hogy az ezekkel a kódokkal szintetikus előállított hang energia-idő függvény értékei legfeljebb 5 dB-nyit térjenek el az eredeti időfüggvény ugyanazon pontján mért függvényértékektől, az energia-idő függvény további, zörejes gerjesztésű hangokra, illetve hangorrészekre vonatkoztatott függvényértékeit pedig úgy alakítjuk át szintetizátort vezérlő kódokká, hogy a zörejes gerjesztésű szintetizált hang intenzitását kialakító kód(ok)at először egy kiinduló paraméterértékre állítjuk be, és ezzel állítjuk elő a hangot, majd azt hosszabb hangsorba helyezve meghallgatásos vizsgálatnak vetjük alá, és a vizsgálat eredményétől függően változtatjuk az intenzitásparaméter értékét, és azt az értéket fogadjuk el véglegesnek, amelyiknél a meghallgatásos vizsgálat

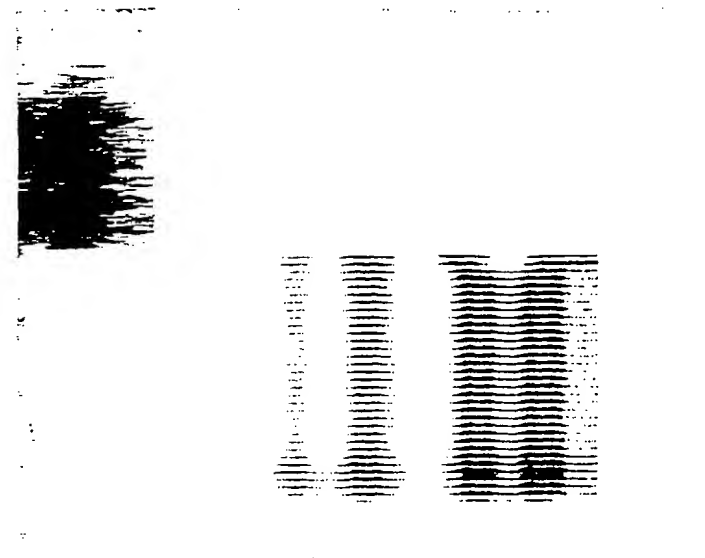
során a kérdéses hangot a legmagasabb százaléokban azonosították helyesnek, majd az így előállított szintetizátor vezérlő paraméterekkel a kívánt hangsort szintetikusán előállítjuk, ezután pedig elkészítjük a szintetikus hangsor gördülő spektrumát, és összehasonlítjuk az eredeti hangsor gördülő spektrumával, és mindaddig korrigáljuk a szintetizátort vezérlő bemenő frekvenciaadatokat, amíg az így előállított szintetikus hangsor nyelvileg elfogadható, *azzal jellemezve*, hogy végrehajtjuk a redundáns információt hordozó építőelemek csökkentését oly módon, hogy a szintetizátor vezérlésére szolgáló paraméterek közül a zöngés hangok képzéséhez a második formáns F_2 / feletti formánsokat megvalósító paramétereket állandó fix értékre állítjuk be, célszerűen $F_3 = 2700$ Hz, $F_4 = 3500$ Hz, $F_5 = 4500$ Hz értékekre, és csak az első formáns F_1 / és a második formáns F_2 / paraméterét hagyjuk meg mozgathatónak, a formánsokat létrehozó nagy energiájú felharmoni-

nikus csoportokban jelenlévő felharmonikusok számát pedig úgy csökkentjük, hogy az első és a második (F_1 és F_2) formánsokat képző szűrő meredekségét 30 — 50 dB/oktáv közé állítjuk be és a sáv szélességüket $\Delta f / a$ ~~$\frac{4f}{a}$~~ $= 0,5 - 1$ képlet szerinti értékekre állítjuk be, ahol F a formánsokat képző szűrő középfrekvenciája, ezen felül a zörejhangok előállításában szerepet játszó zörejformáns áramkörök vezérlési paramétereit úgy állítjuk be, hogy azok lehetőleg 1, maximum 2 frekvenciaértékre koncentrálják a hang építőelemeit (az elfogadható jó hangzás biztosítása mellett), majd az így módosított bemenő paraméterekkel a hangsort újból előállítjuk, és meghallgatásos vizsgálatnak vetjük alá, majd a továbbiakban a meghallgatásos vizsgálat eredményétől függően — az általunk korábban meghatározott korlátokon belül — addig korrigáljuk a szintetizátort vezérlő bemenő adatokat, amíg a készített szóra a megértési százalék a legmagasabb értéket nem éri el.

3 rajz, 6 ábra

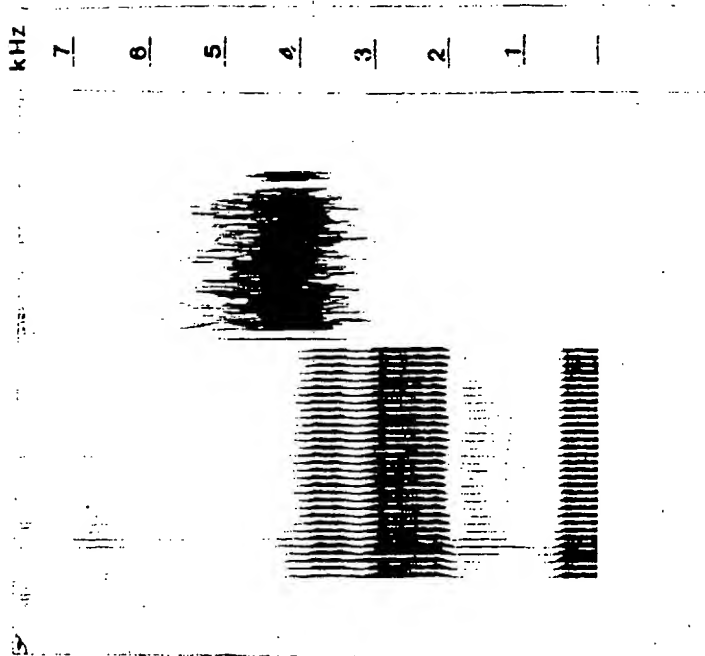


ész



4. ábra

ész



3. ábra

THIS PAGE BLANK (USPTO)